

УДК 678.652.; 66.022.32.

ВЛИЯНИЕ ГАЗООБРАЗУЮЩИХ АГЕНТОВ НА СВОЙСТВА БЛОЧНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНУЛИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

Унковская В.В., Рымар Т.Э.

THE INFLUENCE OF BLOWING AGENTS ON THE PROPERTIES OF BLOCK-TYPE THERMAL INSULATION MATERIALS BASED ON UREA-FORMALDEHYDE RESIN WITH GRANULATED FILLING

Unkovskaya V.V., Ryamar T.

В статье излагаются результаты исследований по созданию нового поколения теплоизоляционного материала на основе карбаминоформальдегидной смолы (КФС) и гранулированного наполнителя. Исследовано влияние количества и вида газообразующего агента на свойства блочного теплоизоляционного материала, полученного методом холодного вспенивания. Был определен оптимальный газообразующий агент и его количество для получения теплоизоляционного материала.

Ключевые слова: карбаминоформальдегидная смола, газообразующий агент, теплоизоляционные материалы, вспенивание, плотность, прочность.

1. Введение. Строительная индустрия жилья и других общественных зданий нуждается в эффективных строительных материалах, а также в увеличении качества и ассортимента их выпуска [1]. В связи с постоянно возрастающими затратами на отопление и кондиционирование жилых и производственных помещений вопросы энергосбережения всегда находятся под пристальным вниманием всех уровней власти. Нехватка эффективных теплоизоляционных материалов приводит к большой потере тепловой энергии. Через стены жилых помещений теряется до 45 % тепла, через оконные и дверные проемы – 33 %, через чердаки и полы – 22 % тепловой энергии [2]. Одним из перспективных направлений для исследований в данной области является получение карбаминоформальдегидных теплоизоляционных материалов.

В данной работе речь пойдет о теплоизоляционных материалах на основе карбаминоформальдегидной композиции и жидкостекольного гранулированного наполнителя, введение которого позволяет уменьшить внутренние напряжения в пеноматериале, и как следствие повысить его прочностные пока-

затели, уменьшить усадочные явления теплоизоляционного материала, а так же показатели водопоглощения.

2. Изложение основных материалов. Газонаполненные пластические массы ячеистой структуры получили название «пенопласты». Пенопласты – это гетерогенные полимерные материалы, содержащие дисперсную или частично непрерывную газообразную фазу в полимерной матрице.

К пенопластам можно относить любой газонаполненный полимер, полученный путём вспенивания и последующего отверждения первоначально жидкой или пластично - вязкой композиции. Используют различные технологические приёмы вспенивания: механическое перемешивание или барботирование в присутствии пенообразователей; введение газообразователей (веществ, разлагающихся с выделением газа) или веществ, взаимодействующих с образованием газообразных продуктов; насыщение исходной смеси газом под давлением с последующим снижением давления; введение жидкостей, быстро испаряющихся с повышением температуры. В зависимости от состава композиции и условий её отверждения получают материал с преимущественно открытыми или замкнутыми ячейками [3].

Пенопласты на основе карбамидных олигомеров – одни из первых газонаполненных пластмасс, нашедших широкое применение в качестве теплоизоляционного материала.

Свойства пеноматериалов зависят от их химического состава, плотности, структуры. Чем меньше плотность, тем меньше и механическая прочность пеноматериалов, но тем лучше их теплоизоляционные свойства. Теплоизоляционные материалы на основе вспененных карбаминоформальдегидных смол имеют ряд преимуществ перед другими вспененными

ми полимерными материалами. Они не горючи (относятся к группе горючести Г1), для их производства может использоваться более дешевое сырье, технология вспенивания проста в исполнении и не требует дорогостоящего оборудования. Заливка пенопласта может производиться в формы в условиях цеха, а также в технологические полости кладки стен зданий на месте строительства [4]. Недостатками являются хрупкость и незначительная усадка на этапе сушки материала, высокое водопоглощение и низкое значение водостойкости. Для устранения этих недостатков в композицию вводят гранулированный наполнитель. Так готовят стеклопенокарбамид. При его изготовлении вначале из смолы готовят пеномассу, которая затем заполняет межзерновые пустоты вспученного стеклопора. Достоинство этого материала перед традиционными карбамидными пенопластами - значительное уменьшение усадочных деформаций при существенном повышении жесткости и прочности. Одним из существенных недостатков стеклопенокарбамида является довольно высокое водопоглощение, обусловленное значительной долей сквозной пористости в структуре и низкое значение водостойкости, приводящее к необходимости их защиты от воздействия ударно - механических нагрузок, воды и атмосферных осадков [5].

В связи с этим целью представленной работы является повышение эксплуатационных характеристик карбамидоформальдегидного пенопласта путем введения гранулированного наполнителя на основе жидкого стекла в композицию, которая вспенивается химическим путем. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Получение теплоизоляционного материала на основе карбамидоформальдегидного связующего и гранулированного наполнителя на основе жидкого стекла методом холодного вспенивания.
2. Определение свойств полученных блоков.
3. Выбор лучшего газообразующего агента.

На качество пены влияют многие факторы, и поэтому важен правильный выбор газообразующего агента, учитывающий особенности переработки полимера и его использование.

Выбор газообразующего агента, главным образом, был основан на таких характеристиках, как доступность, дешевизна и совместимость с КФС. В качестве газообразующих агентов были выбраны карбонат кальция и гидрокарбонат натрия, которые при взаимодействии с ортофосфорной кислотой выделяют углекислый газ.

Предлагаемый теплоизоляционный материал изготавливается по двустадийной технологии и включает следующие этапы:

1. Получение гранул.
2. Получения блоков.

Для получения пеноматериалов на основе КФС готовится двухкомпонентная система связующего и вспученные гранулы. Первый компонент связующего представляет собой смесь КФС, пеностабилизатора,

газообразователя и минерального наполнителя. Второй компонент – кислотный катализатор отверждения, в качестве которого использовали каталитическую систему на основе ортофосфорной кислоты. Использование ортофосфорной кислоты в данной работе обусловлено достаточно быстрым каталитическим действием ее и меньшей коррозионной активностью по сравнению с другими сильными кислотами (HCl , H_2SO_4). Кроме того, ортофосфорная кислота способствует получению стабильной пены и придает пенопласту дополнительные огнезащитные свойства [6].

3. Результаты исследований.

Получение теплоизоляционных блоков проходит в три стадии:

- первая – смешение КФС с целевыми добавками;
- вторая – введение в полученную смесь гранулированного наполнителя;
- третья – введение в композицию каталитической системы, в результате чего композиция вспенивается и отверждается.

После полного отверждения композиции блок извлекают из формы и оставляют для окончательной сушки до постоянного веса при комнатной температуре.

Ниже приведены графики, которые позволяют более детально исследовать влияние количества выбранных газообразующих агентов на свойства блочного теплоизоляционного материала.

Влияние количества газообразующего агента на плотность блочного теплоизоляционного материала отражено на рис. 1.

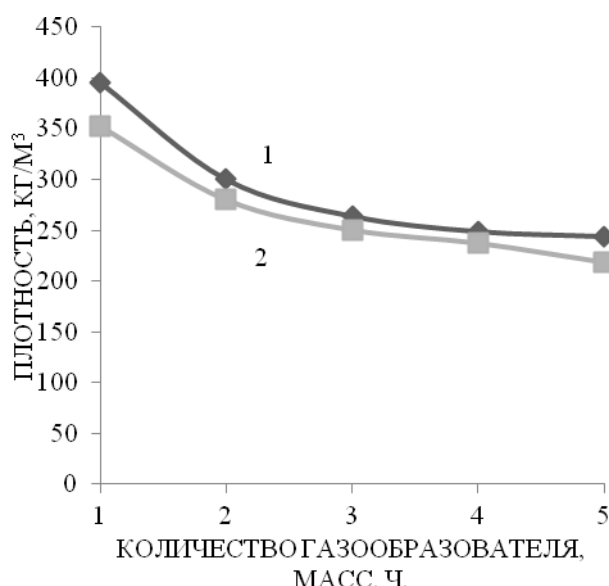


Рис. 1 Влияние количества газообразующего агента на плотность блочного теплоизоляционного материала:
1 – карбонат кальция; 2 – гидрокарбонат натрия

Согласно рис. 1 видно, что с увеличением количества газообразователя закономерно уменьшается плотность блока, так как увеличивается содержа-

ние активных компонентов газообразователя. Наименьшая плотность наблюдается при использовании гидрокарбоната натрия в количестве 5 масс. ч. и составляет 218 кг/м^3 . Очевидно, это наиболее оптимальное соотношение активного и неактивного компонентов с точки зрения корреляции химической реакции газообразования и отверждения карбамидоформальдегидной смолы. Но такая низкая плотность свидетельствует о большом количестве крупных пустот, что приведет к хрупкости материала. Увеличение размера пор при увеличении количества газообразующего агента обуславливается присутствием в структуре так называемых капилляров Плато - Гиббса, имеющих треугольное сечение и образованных при росте, соприкосновении и последующей деформации пузырьков воздушно - механической пены, что отрицательно сказывается на теплоизоляционных свойствах материалов по причине высокого водопоглощения и гигроскопичности, и как следствие, материал будет характеризоваться низкими показателями прочности. Использование газообразующего агента в количестве 1 и 2 масс.ч. недостаточно для вспенивания смеси, связующее не полностью покрывает гранулы, из - за чего поверхность блока бугристая, а плотность таких блоков составляет 353 кг/м^3 ; 280 кг/м^3 соответственно при использовании гидрокарбоната натрия и 395 кг/м^3 ; 300 кг/м^3 соответственно - с карбонатом кальция.

Оптимальное количество карбоната кальция и гидрокарбоната натрия – 3 масс.ч. При таком количестве блоки имеют красивый внешний вид, а их плотности составляют: 264 кг/м^3 при использовании CaCO_3 и 250 кг/м^3 при использовании NaHCO_3 .

Влияние количества газообразующего агента на предел прочности при 10% - ной деформации сжатия и при изгибе приведено на рис.2 и 3.

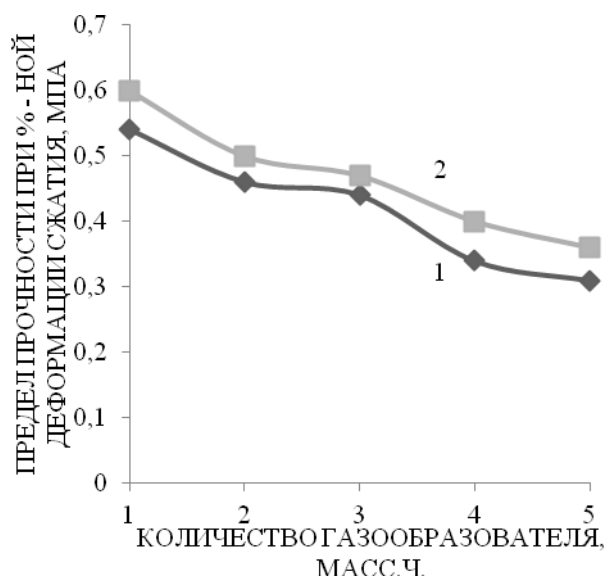


Рис. 2 Влияние количества газообразующего агента на предел прочности при 10% - ной деформации сжатия:
1 – карбонат кальция; 2 – гидрокарбонат натрия

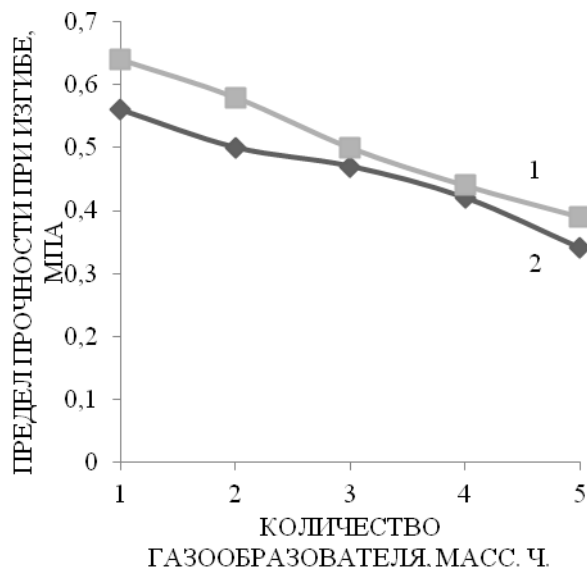


Рис. 3 Влияние количества газообразующего агента на предел прочности при изгибе:
1 – карбонат кальция; 2 – гидрокарбонат натрия

Согласно рис. 2 и 3 наибольшим пределом прочности при 10% - ной деформации сжатия и при изгибе обладают теплоизоляционные блоки с использованием 1 масс.ч. газообразующего агента, а именно 0,60 МПа и 0,64 МПа соответственно с гидрокарбонатом натрия, и 0,54 МПа и 0,56 МПа соответственно – с карбонатом кальция. При дальнейшем увеличении количества газообразующего агента снижается плотность блоков, увеличивается размер пор. Это объясняется тем, что происходит разрыв большого числа пор и их объединение между собой из - за высокой скорости газовыделения. В результате образуется грубодисперсная пена с малым числом закрытых и большим числом открытых пор, что влияет на снижение прочности блоков (для 5 масс.ч карбоната кальция предел прочности на изгиб составляет 0,34 МПа, а в случае гидрокарбоната натрия - 0,39 МПа). Это, по-видимому, связано с увеличением подвижности молекулярных цепей исходной карбамидной смолы, что приводит к уменьшению поверхностного натяжения вспениваемой композиции за счет образования полислоев на поверхности гранулированного наполнителя и, следовательно, уменьшению показателей прочности.

4. Выводы. Сравнивая оба типа газообразователя можно сделать вывод, что лучшее количество газообразующего агента 3 масс. ч. Несмотря на то, что показатели плотности с использованием карбоната кальция и гидрокарбоната натрия почти одинаковые (264 кг/м^3 и 250 кг/м^3 соответственно), лучшим газообразующим агентом является гидрокарбонат натрия. При 3 масс. ч. гидрокарбоната натрия образцы имеют более однородную мелкопористую структуру, более низкие значения водопоглощения, чем блоки с использованием карбоната кальция, более высокие показатели пределов прочности при

10% - ной деформації сжатия и при изгибе, а именно: 0,47 МПа и 0,50 МПа соответственно.

Все это позволяет получать пеноматериалы, которые могут использоваться для утепления строительных конструкций, различных вариантов стен, для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов, для термоизоляции пассажирских вагонов, самолетов. При этом он в сухом состоянии может укладываться в любые пустотелые каркасы и создавать бесшовный утепляющий и шумоизолирующий слой.

Л и т е р а т у р а

11. Завадский В.Ф. Технология изделий стеновой и кровельной керамики. // Учебное пособие. - 1998. - с. 76.
12. Минько Н. И. Пеностекло – современный эффективный неорганический теплоизоляционный материал / Н. И. Минько // Журнал Фундаментальные исследования. – 2013. - № 6 (часть 4). – с. 849 - 854.
13. Чухланов В. Ю. Газонаполненные пластмассы. // Учебное пособие. – 2008. - с. 5, 93.
14. Оптимизация технологии вспенивания карбамидоформальдегидных смол / Е. А. Новиковский. – г. Барнаул, 2009. – 3 с. – Деп. в Ползуновский Альманах 2009, №2.
15. Табуева И.С., Канаев А.Ю., Христофорова И.А. Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия // текст научной работы VI Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум», 15 февраля – 31 марта 2014 года.
16. Получение карбамидных пенопластов с активированными наполнителями. Режим электронного доступа: <http://msd.com.ua/teploizolyacionnye-penoplasty-na-osnove-karbamidnyx-smol-s-aktivirovannymi-napolnitelyami/poluchenie-karbamidnyx-penoplastov-s-aktivirovannymi-napolnitelyami-4/>.

R e f e r e n c e s

1. Zavadskij V.F. Tehnologija izdelij stenovoj i krovel'noj keramiki. // Uchebnoe posobie. – 1998. – s. 76.
2. Min'ko N. I. Penosteklo – sovremennij jeffektivnyj neorganicheskij teploizoljacioonyj material / N. I. Min'ko // Zhurnal Fundamental'nye issledovanija. – 2013. - № 6 (chast' 4). – s. 849 – 854
3. Chuhlanov V. Ju. Gazonapolnennye plastmassy. // Uchebnoe posobie. – 2008. – s. 5, 93.
4. Optimizacija tehnologii vspenivaniya karbamidoformal'degidnyh smol / E. A. Novikovskij. – g. Barnaul, 2009. – 3 s. – Dep. V Polzunovskij Al'manah 2009, №2.
5. Tabueva I.S., Kanaev A.Ju., Hristoforova I.A. Neorganicheskie teploizoljacionnye materialy i izdelija // tekst nauchnoj raboty VI Mezhdunarodnoj studencheskoj jelektronnoj nauchnoj konferencii «Студенческий научный форум», 15 fevralja – 31 marta 2014 goda.

6. Poluchenie karbamidnyh penoplastov s aktivirovannymi napolniteljami. Rezhim jelektronnoho dostupa: <http://msd.com.ua/teploizolyacionnye-penoplasty-na-osnove-karbamidnyx-smol-s-aktivirovannymi-napolnitelyami/poluchenie-karbamidnyx-penoplastov-s-aktivirovannymi-napolnitelyami-4/>.

Унковська В. В., Римар Т. Е. Вплив газотворюючих агентів на властивості блокових теплоізоляційних матеріалів на основі карбамідоформальдегідної смоли з використанням гранульованого наповнювача.

У статті викладаються результати досліджень по створенню нового покоління теплоізоляційного матеріалу на основі карбамідоформальдегідної смоли (КФС) і гранульованого наповнювача. Досліджено вплив кількості та виду газотворюючого агента на властивості блокового теплоізоляційного матеріалу, отриманого методом холодного спінювання. Було визначено оптимальний газотворюючий агент і його кількість для отримання теплоізоляційного матеріалу.

Ключові слова: карбамідоформальдегідна смола, газотворюючий агент, теплоізоляційні матеріали, спінювання, щільність, міцність.

Unkovskaya V.V., Rymar T. The influence of blowing agents on the properties of block-type thermal insulation materials based on urea-formaldehyde resin with granulated filling.

The article presents the results of research on creation of new generation thermal insulation materials based on urea-formaldehyde compositions and granular filler based on liquid glass, which chemically foamed. Described the effectiveness of the use of foam materials in the construction industry. Were provided advantages and disadvantages of analogue. The purpose is to improvement of operational characteristics of urea formaldehyde foam by introducing in composition a granular filler based on liquid glass. Was substantiated choice of blowing agent. Described the technology of obtaining urea foam. Showed the influence of the blowing agent on the density, tensile strength at 10% compression deformation and bend in thermal insulating material. The best blowing agent is sodium bicarbonate in an amount of 3 parts by mass. Such material has a homogeneous finely porous structure and good indicators densities and strengths.

Keywords: urea-formaldehyde resin, blowing agent, thermal insulation materials, foaming, density, strength.

Унковська Віра Вікторівна, аспірант, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Северодонецьк, unkovsky.andrei2010@yandex.ua.

Римар Тетяна Ернстівна, канд. техн. наук, доцент, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Северодонецьк, tania_19_07@rambler.ru.

Рецензент: д.т.н., професор **Суворін О.В.**

Статья подана 20.10.2016